

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° d publication :
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

2 549 745

(21) N° d'enregistrement national :

83 12404

(51) Int Cl⁴ : B 08 B 3/10.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 27 juillet 1983.

(71) Demandeur(s) : SCP BISCORNET, société anonyme. — FR.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 5 du 1^{er} février 1985.

(72) Inventeur(s) : Daniel Michaux et André Sales.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

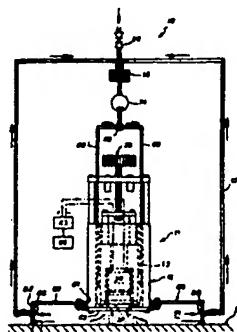
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Bonnet-Thirion, G. Foldés.

(54) Procédé de nettoyage par ultra-sons de surfaces et dispositif et installation mettant en œuvre le procédé.

(57) Procédé de nettoyage de surfaces du genre mettant en œuvre au moins un émetteur d'ultra-sons 37 et un volume liquide propre à être l'objet d'une cavitation sous les effets dudit émetteur, caractérisé en ce que l'on confine ledit volume de liquide dans une enceinte 91 dans laquelle est disposé l'émetteur d'ultra-sons 37 et qui présente une ouverture 89, on dirige l'ouverture de l'enceinte sur la surface à nettoyer 90. L'invention concerne également un dispositif et une installation mettant en œuvre le procédé.

Application au nettoyage et à la décontamination de piscines nucléaires et à tous types de surfaces telles que celles de tunnels ferroviaires ou routiers.



FR 2 549 745 - A1

1

La présente invention a trait à un procédé et un dispositif de nettoyage de surfaces par ultrasons.

On connaît des procédés et dispositifs de nettoyage mettant en oeuvre, d'une part un émetteur d'ultrasons comportant au moins un générateur d'excitation et un transducteur et, d'autre part, un volume de liquide propre à être l'objet d'une cavitation ultrasonore sous les effets dudit émetteur.

En effet, on sait que lorsque l'on soumet un liquide à un champ d'onde ultrasonore alternatif, celui-ci provoque au sein du liquide des variations de pression et crée ainsi des zones soumises alternativement à des dépressions et à des surpressions. Dans une zone de dépression, des cavités se créent et se remplissent de gaz. Il est admis que ces cavités prennent naissance au niveau de microbulles en suspension dans le liquide ou piégées à la surface d'une impureté solide. Au cours des phases successives de surpression et de dépression provoquées par le champ ultrasonore, les diamètres de ces cavités ou bulles de cavitation vont varier.

En régime dit de cavitation de vapeur pendant la phase de dépression créée par l'onde ultrasonore, la bulle de cavitation croît jusqu'à un rayon maximum, qui peut atteindre des valeurs de l'ordre de 40 fois le rayon initial. Dans la phase suivante, de surpression, elle se comprime et implose brutalement, donnant naissance à de multiples effets parmi lesquels:

25 - formation d'une turbulence qui se propage à une vitesse qui peut dépasser celle du son dans le liquide, créant dans le voisinage des champs de pression et de température très élevées;
- apparition de sonoluminescences et d'ions particulièrement actifs.

30 A l'endroit de l'implosion se trouve un volume de liquide sursaturé en gaz qui rediffuse dans de nouvelles bulles au cycle suivant pendant la dépression et le processus recommence. Des générations de bulles se succèdent ainsi en un même point au rythme de l'onde ultrasonore conduisant très rapidement à l'état de vraie cavitation. Cet état de vraie cavitation se manifeste par un sifflement caractéristique et un nuage de bulles.

En raison de la formation, à la fréquence ultrasonore considérée, de turbulences associées à des champs de pression et de température très élevées, la cavitation ultrasonore a un effet particulièrement érosif sur les surfaces disposées

au voisinage immédiat de la zone de cavitation et s'avère, en conséquence, être très efficace pour nettoyer ces surfaces.

Les appareils de nettoyage par ultrasons connus consistent, en général, en des cuves contenant un liquide soumis à un 5 champ d'ondes ultrasonores y créant une cavitation.

Les objets à nettoyer ou à décontaminer y sont déposés.

Dans d'autres domaines, comme par exemple celui des soins dentaires, les procédés mis en oeuvre consistent à créer un jet de liquide et à soumettre ce jet à un champ d'ondes ultrasonores. Les appareils mettant en oeuvre ce procédé se présentent sous forme de sondes que le chirurgien tient à la main 10 et approche des zones à traiter.

Ni l'une, ni l'autre de ces techniques ne sont applicables au nettoyage de surfaces un tant soit peu importantes, comme 15 par exemple, le nettoyage ou la décontamination de piscines nucléaires ou, dans un autre domaine, le nettoyage de tunnels ferroviaires ou routiers.

En effet, les cuves ultrasonores présentent les limites de leur dimension. Quant au procédé mis en oeuvre dans certaines sondes de dentisterie, il est difficile d'en envisager l' 20 extrapolation pour un nettoyage de surfaces particulièrement importantes, cela pour trois raisons:

- En premier lieu, il convient de souligner que la zone efficace de traitement est très localisée et correspond 25 sensiblement à la section du jet. Ce type d'appareil serait donc d'un rendement très limité, s'agissant, entre autres, du taux horaire de surface traitée.

- En second lieu, ce procédé, basé sur un jet de liquide, impliquerait une forte consommation de ce dernier.

30 - Dans certains cas, il est souhaitable d'éviter de faire couler du liquide, ce qui exclut la plupart des techniques de nettoiement faisant appel à un jet de liquide.

Un objet de la présente invention est de proposer un procédé de nettoyage et/ou de décontamination de surfaces 35 faisant appel à la cavitation ultrasonore, particulièrement simple et peu onéreux.

Au sens de la présente invention, la notion de nettoyage comporte celle de décontamination, s'agissant par exemple, du

nettoyage de surfaces polluées telles que celles des piscines de centrales nucléaires.

D'une manière plus précise, le procédé de nettoyage de surfaces, qui est du genre mettant en oeuvre au moins un émetteur d'ultrasons et un volume de liquide propre à être l'objet d'une cavitation sous les effets dudit émetteur, est notamment caractérisé en ce que l'on confine ledit volume de liquide dans une enceinte dans laquelle est disposé l'émetteur d'ultrasons et qui présente une ouverture, on dirige l'ouverture de l'enceinte sur la surface à nettoyer, suivant une autre caractéristique, on renouvelle le liquide confiné.

Grâce à ces dispositions, il est possible de nettoyer, ou de décontaminer dans le cas des piscines nucléaires par exemple, des surfaces particulièrement importantes, de manière simple, efficace et relativement économique. En effet, le volume de liquide est confiné dans une enceinte présentant une ouverture dont les dimensions peuvent être déterminées en fonction de la taille des surfaces à nettoyer, la surface à nettoyer fermant l'enceinte et participant, de ce fait, au confinement du volume de liquide qui est l'objet d'une cavitation sous les effets de l'émetteur d'ultrasons. Une portion de surface correspondant à l'ouverture de l'enceinte est ainsi nettoyée.

Suivant une autre caractéristique du procédé, on peut alors déplacer l'enceinte sur l'ensemble de la surface à nettoyer.

On observera également que le liquide confiné est renouvelé. Suivant une autre caractéristique de l'invention, il est possible de traiter ce liquide, en sorte que le même liquide peut être utilisé plusieurs fois, au cours d'une opération de nettoyage.

On réalise ainsi une économie substantielle de liquide de traitement.

La présente invention concerne également un dispositif de nettoyage de surfaces mettant en oeuvre le procédé succinctement exposé ci-dessus. De manière plus précise, ce dispositif de nettoyage, qui est du genre mettant en oeuvre au moins un émetteur d'ultrasons et un volume de liquide propre à être l'objet d'une cavitation sous les

effets dudit émetteur, est notamment caractérisé en ce que ledit émetteur est disposé dans une enceinte de confinement de liquide qui présente une ouverture à diriger sur la surface à nettoyer et qui est raccordée à des moyens d'alimentation en liquide propres à renouveler une présence de liquide entre l'émetteur et la surface.

La présente invention concerne aussi une installation de nettoyage comportant le dispositif de nettoyage tel qu'exposé ci-dessus.

10 Les caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront d'ailleurs de la description qui va suivre, en référence aux dessins annexés sur lesquels:

- la figure 1 est une représentation partielle schématique d'un exemple d'installation de nettoyage mettant en oeuvre 15 un mode de réalisation d'un dispositif selon l'invention;

- la figure 2 est une vue partielle du dispositif de la figure 1, à plus grande échelle;

- la figure 3 est une vue schématique en section selon la ligne III-III de la figure 4 d'un deuxième mode de réalisation 20 d'un dispositif selon la présente invention;

- la figure 3A est une vue en coupe partielle suivant la ligne IIIA-IIIA de la figure 3 du dispositif;

- la figure 4 est une vue schématique en section selon la ligne IV-IV de la figure 3 de ce même dispositif;

25 - la figure 5 est un schéma synoptique représentant l'interconnexion du dispositif des figures 3 et 4 avec d'autres éléments d'une installation de nettoyage selon ce mode de réalisation de l'invention.

Suivant la forme de réalisation représentée aux figures 1, 30 2, une installation 10 de nettoyage comporte un dispositif de nettoyage 11 raccordé dans un circuit 12 de circulation d'un liquide de nettoyage comportant notamment un bac à filtre 13, une pompe de circulation 14 et une vanne 26 d'arrivée de liquide.

35 Le dispositif de nettoyage représenté aux figures 1 et 2 comporte un premier cylindre creux 16 qui est ici réalisé en aluminium. Ce cylindre creux 16 comporte un alésage central 17 et une série d'alésages périphériques 18 ménagés dans l'

épaisseur de la paroi du cylindre et s'étendant selon une direction axiale. Sur cette figure, seuls deux alésages 18 ont été représentés.

Un second cylindre creux 19, ici aussi réalisé en 5 aluminium, est disposé dans l'alésage 17 du premier cylindre 16. Ce cylindre creux 19 est d'un diamètre sensiblement inférieur à celui de l'alésage 17 et porte dans des échancrures 20, des joints d'étanchéité 21 s'étendant sur sa périphérie externe.

10 Le cylindre 19 comporte à une de ses extrémités, dite d'émission, une mâchoire sensiblement annulaire constituée par deux pièces annulaires 23 et 24 vissées dans l'épaisseur du cylindre au moyen de vis 25. Ces mâchoires maintiennent à l'intérieur du cylindre 19 un transducteur ultrasonore 15 piézo-électrique 30.

Le transducteur ultrasonore piézo-électrique 30 comporte deux céramiques piézo-électriques 31, 32 montées en sandwich entre une partie métallique cylindrique, dite masse arrière 33 et un pavillon d'émission conique métallique 34 présentant une surface d'émission 37. L'ensemble est réuni par une tige de précontrainte 35.

Le transducteur ultrasonore 30 comporte deux bornes schématisées ici par les signes "+" et "-", le "+" étant raccordé aux céramiques piézo-électriques, tandis que le 25 "-" est raccordé au pavillon tronconique d'émission 34.

Les bornes du transducteur piézo-électrique sont raccordées à des bornes portant des références identiques d'un amplificateur ultrasonore AS, lui-même raccordé à un générateur ultrasonore à fréquence variable GS. En figure 1, ces 30 liaisons ont été schématisées en traits mixtes. L'ensemble du transducteur 30, l'amplificateur AS et le générateur GS constitue un émetteur d'ultrasons proprement dit.

Toutefois, on considérera qu'un simple transducteur ultrasonore ou tout simplement sa surface d'émission seulement, cons-35 tituent déjà en soi, un émetteur ultrasonore au sens de la présente invention.

Pour leur liaison axiale et leur calage l'un par rapport à l'autre, les premier et deuxième cylindres 16, 19 sont munis d'une superstructure décrite ci-après.

La superstructure associée au premier cylindre 19 comporte six entretoises axiales 40 comportant chacune un filetage 41 vissé dans des alésages taraudés 42 correspondants ménagés dans l'épaisseur du premier cylindre 16 et 5 régulièrement répartis sur la périphérie de celui-ci. A leur extrémité supérieure, les entretoises 40 sont boulonnées sur un plateau 43 au moyen d'écrous 44 associés à chacune d'entr'elles. Pour plus de clarté sur la figure 2, seules les entretoises latérales ont été entièrement représentées, 10 les entretoises disposées en retrait par rapport au plan de coupe n'ayant été que partiellement représentées.

Une superstructure similaire est associée au deuxième cylindre 19. Cette superstructure comporte deux entretoises 50 diamétralement opposées vissées dans l'épaisseur du 15 deuxième cylindre 19 au moyen de tiges filetées 51 engagées dans des perçages taraudés correspondants 52 du deuxième cylindre 19. À leur extrémité supérieure, ces entretoises 50 sont boulonnées sur un plateau 53 qui est ici rectangulaire, au moyen d'écrous 54.

20 Une vis de réglage 58 est engagée par sa tige filetée 59 dans un perçage taraudé 45 disposé au centre du plateau 43. Cette tige est également engagée dans un perçage 55 sensiblement plus large disposé au centre du plateau rectangulaire 53. Un écrou et un contre-écrou 56, 57 sont vissés et serrés à l' 25 extrémité inférieure de la tige filetée 59 de la vis de réglage 58.

Dans le mode de réalisation représenté, un tube souple 60 est raccordé à chacun des alésages axiaux 18. Ce raccord se fait, dans cet exemple, par vissage d'une extrémité 30 filetée rigide 61 du tube souple 60 dans un taraudage correspondant à l'alésage 18. Chacun de ces tubes souples est raccordé à un distributeur 63 disposé en aval de la pompe 14, dans le circuit à circulation de liquide 12. A la figure 1, pour plus de clarté, seuls deux tubes 60 ont été 35 représentés, mais en pratique, il y en a autant que d'alésages 18, dans ce mode de réalisation, ces tubes et alésages sont au nombre de quatorze.

Le premier cylindre 16 est muni à son extrémité inférieure d'un plateau annulaire 65, comportant un alésage central 66, vissé dans l'épaisseur de ce cylindre au moyen de vis 67 coopérant avec des perçages taraudés correspondants 5 68 dans ledit cylindre 16.

On observera qu'un passage annulaire 70 est défini à l'intérieur du dispositif de nettoyage 11 par l'espace radial existant entre la surface externe du second cylindre 19 et la surface interne du premier cylindre creux 16 disposé en 10 aval des alésages 18 par rapport au sens de circulation de liquide repéré par des flèches 71. Le plateau annulaire 65 crée une continuation au passage annulaire 70 puisqu'un espace axial 72 est ménagé entre la mâchoire annulaire 23, 24 et le plateau annulaire 65, en sorte que le liquide en provenance du 15 passage annulaire 70 prend la direction représentée par les flèches 73.

Le plateau annulaire 65 est solidaire d'une collerette annulaire de fixation 35 pour montage de l'ensemble solidaire du premier cylindre 16 avec un réceptacle 80 de forme cylindrique. Ce réceptacle 80 est composé, dans cette forme de réalisation, d'une jupe cylindrique 82 et d'un fond annulaire 83 présentant un alésage central 81. L'alésage 81 est d'un diamètre sensiblement égal à celui du premier cylindre 16, en sorte que ce dernier peut y être engagé et fixé sur le fond 20 83 au moyen de boulons 85 engagés dans des alésages 86 ménagés autour de l'alésage central 81 dans le fond 83, ces boulons 85 étant également engagés dans des alésages 76 ménagés dans la collerette annulaire 75. Un joint d'étanchéité 84 est disposé 25 sur le pourtour de la périphérie interne de la collerette annulaire 75.

Dans cette forme de réalisation, un joint annulaire 87 de type baudruche est disposé à l'extrémité de la paroi cylindrique 82 opposée au fond 83. On observera que le circuit de circulation de liquide 12 se raccorde sur deux sorties de liquide 35 88 diamétralement opposées et disposées dans la jupe cylindrique 82.

On notera que, suivant l'invention, le réceptacle 80 forme une enceinte 91 avec la partie inférieure de l'ensemble porté

par le premier cylindre 16, et plus particulièrement la face d'émission 37 du transducteur 30 et le plateau annulaire 65; cette enceinte présentant pour le renouvellement de liquide, une arrivée de liquide -passage annulaire 70- et des sorties 5 de liquide -sorties 88- et comportant une ouverture 89 qui est ici opposée au fond 83 et délimitée par le joint annulaire 87 qu'elle porte sur sa périphérie, cette ouverture devant être dirigée sur la surface à nettoyer 90.

Le fonctionnement du dispositif 10 de nettoyage de surface 10 ces représenté aux figures 1 et 2 va maintenant être décrit.

L'ouverture 89 de l'enceinte 91 du dispositif 11 est tout d'abord plaquée sur la surface 90 à nettoyer. Le liquide de nettoyage est admis par la vanne 26 dans le circuit 12 de circulation de liquide. Le liquide de nettoyage est, dans 15 cet exemple, de l'eau. Suivant l'état de la surface à nettoyer, et en particulier, suivant le genre des dépôts salissants souillant la surface, l'eau peut être additionnée d'un liquide détergent. La pompe de circulation 14 permet de faire circuler cette eau dans l'ensemble de l'installation 10. Cette pompe 20 de circulation est, dans cet exemple, de type électrique, l'alimentation n'ayant pas été représentée. Un volume d'eau se trouve ainsi confiné dans l'enceinte 91. L'ensemble des joints que comporte le dispositif et notamment le joint d'étanchéité 87 disposé entre la jupe cylindrique 82 et la surface 25 à nettoyer 90, permet d'assurer une étanchéité et de minimiser les fuites de liquide se trouvant dans l'enceinte 91.

La mise en oeuvre du générateur G et de l'amplificateur AS permet d'alimenter le transducteur ultrasonore 30 avec une onde ultrasonore, qui, dans cet exemple, est réglable 30 entre 20kHz et 100kHz. Un champ ultrasonore s'établit à l'intérieur de l'enceinte 91. Les variations de pression induites par ce champ ultrasonore provoquent la création et l'implosion de cavités, au rythme du champ ultrasonore.

Ces cavités emplissent la majeure partie du volume de l'enceinte 91, mais une grande proportion d'entr'elles est, ici, concentrée à l'aplomb du transducteur ultrasonore 30 en raison de la directivité du champ due à la géométrie de l'ensemble.

L'implosion des cavités venant au contact de la surface à nettoyer 90 permet d'en arracher des parcelles de dépôts salissants. La multiplication de ces implosions, au rythme du champ ultrasonore fait que, dans un laps de temps très 5 cours, de l'ordre de quelques secondes, une portion de surface disposée à l'aplomb du premier cylindre 19 se trouve nettoyé. Il suffit alors de déplacer l'enceinte 91 sur l'ensemble de la surface 90 pour obtenir un nettoyage efficace.

Dans le mode de réalisation représenté, la distance entre 10 la face d'émission 37 du transducteur ultrasonore 30 et la surface à nettoyer 90 est réglable au moyen de la vis 58. La puissance du nettoyage est ainsi modulable en fonction de l'état de la surface 90. En effet, une puissance acoustique minimale est nécessaire pour obtenir un état de cavitation 15 vapeur. De plus, le rapprochement ou l'éloignement du transducteur 30 de la surface 90 permet de moduler l'"agressivité" du nettoyage.

Un rendement énergétique optimum rapporté à l'efficacité du nettoyage est obtenu notamment, d'une part, par un dimensionnement adéquat du pavillon 34, dont le rôle est d'adapter 20 le transducteur à l'impédance acoustique du liquide de nettoyage employé, en fonction de la fréquence du champ, et, d'autre part, par celui de la masse arrière 33, qui provoque un renvoi vers 25 l'avant, c'est-à-dire vers le pavillon 34, de l'onde dite arrière.

Le courant de liquide mis en oeuvre par la pompe 14 permet d'évacuer, par le circuit 12, les portions de dépôts salissants arrachées. L'installation telle que représentée à la figure 1 travaille en circuit fermé, le filtre 13 ayant une fonction de 30 rétention des salissures, en sorte que le liquide en aval de ce filtre 13 est purifié.

Le robinet 26 permet d'alimenter l'installation en eau en cours de nettoyage pour compenser les éventuelles fuites risquant de se produire malgré le joint 87.

35 On va maintenant décrire à l'appui des figures 3 à 5 un second mode de réalisation d'un dispositif et d'une installation de nettoyage selon la présente invention.

Le dispositif de nettoyage 110 comporte ici une première enceinte 111 de forme générale parallélépipédique et une seconde enceinte 112, également de forme générale parallélépipédique, dans laquelle la première enceinte 111 est disposée.

5 La première enceinte 111 est raccordée à un circuit de liquide nettoyant, le conduit d'arrivée de ce liquide dans l'enceinte 111 étant référencé en 114, tandis que le conduit de départ est référencé en 115. Ces conduits traversent une face dite supérieure 116 de l'enceinte 111 pour déboucher à 10 l'intérieur de cette enceinte.

Le dispositif 110 comporte trois transducteurs 113a, 113b et 113c. Chaque transducteur 113 comporte, dans ce mode de réalisation, figures 3 et 3A, une tête acoustique cylindrique 160 équivalente au transducteur 30 précédemment décrit et 15 comportant deux céramiques piézo-électriques 161, 162, montées en sandwich entre une masse arrière 163 et un adaptateur d'impédance acoustique 164, de taille axiale égale au quart de la longueur d'onde ultrasonore dans le métal considéré.

Cette tête acoustique 160 est suivie d'un premier amplificateur acoustique 165 dit "sonotrode". Ce sonotrode est un solide métallique de révolution dont l'axe est celui de la tête acoustique et comporte une partie cylindrique 166 et une partie en forme de bec 167 réalisant une diminution progressive de section. La hauteur de ce sonotrode est égale à la moitié 25 de la longueur d'onde ultrasonore dans le métal considéré (ici 26cm à 20 kHz). Son gain en amplitude dans le sens axial est sensiblement égal au rapport des surfaces d'entrée 168 et de sortie 169. Dans cet exemple, ce gain en amplitude est de 3.

Le premier amplificateur acoustique 165 est suivi d'un 30 second amplificateur acoustique 170, connu dans l'art antérieur sous l'appellation de "pelle" et que l'on appellera ici, par commodité "pelle de nettoyage". La pelle de nettoyage 170 a une forme, en section, figure 3A, semblable à celle du premier amplificateur 165. En élévation, figure 3, la pelle 170 a une 35 forme rectangulaire, de 27cm de longueur et d'une hauteur égale à une demi-longueur d'onde, soit 13cm dans cet exemple. Ici aussi, le gain de l'amplificateur est égal au rapport des surfaces d'entrée 171 et de sortie 172, ce rapport étant dans cet exemple de 3.

Dans cette forme de réalisation, la pelle 170 de chacun des transducteurs 113_a, 113_b et 113_c est disposée dans l'enceinte 111 et constitue au sens de l'invention, un émetteur ultrasonore.

5 Chacune des têtes acoustiques 160 et des premiers amplificateurs acoustiques 165 associés sont logés dans un logement 113 disposé au-dessus de l'enceinte 111, seule la partie en forme de bec 167 émergeant dans l'enceinte 111. Des moyens d'étanchéité, non représentés, sont prévus pour éviter toute 10 fuite de liquide de l'enceinte 111 vers le logement 118.

Les transducteurs 113_a, 113_b et 113_c sont alimentés, tout comme le transducteur 30 précédemment décrit, par un générateur ultrasonore GUS, figure 5, disposé à l'extérieur du dispositif 110, ce générateur étant raccordé à un amplificateur, 15 non représenté sur les figures. La puissance électrique consommée par l'ensemble des trois transducteurs, du générateur et de l'amplificateur, est, ici, de l'ordre de 1kW.

Dans ce mode de réalisation, la première enceinte 111 comporte à l'opposé de la face supérieure 116, une ouverture 20 130 destinée à être dirigée vers la surface à nettoyer, la surface 120 sur la figure 3. Ici, l'ouverture 130 occupe toute la surface opposée à la face 116. Cette ouverture 130 est munie d'un joint d'étanchéité 131 disposé autour de sa périphérie. Dans cette forme de réalisation, le joint 131 est du type dit 25 joint à lèvre.

La première enceinte 111 est solidarisée à la deuxième enceinte 112 au moyen de pattes en U 135 qui sont fixées aux parois des deux enceintes de manière appropriée. Ces pattes 135 portent des roulettes 136 facilitant le déplacement du dispositif 110 sur la surface à nettoyer 120.

Un joint à lèvre 138 est également disposé sur le pourtour d'une ouverture 132 de l'enceinte 112, ménagée sensiblement dans le même plan que l'ouverture 130 de la première enceinte 111 et dirigée, en fonctionnement, sur la surface à nettoyer 35 120.

Un moyen d'aspiration des fuites schématisé aux figures 3 et 4 par des tubes 140 et des flèches 141 est disposé dans les parois de l'enceinte 112 ayant une extension normale par rapport

à la surface à nettoyer 120, les parois 143, 143', 144, 144' sur les figures 3 et 4.

La figure 5 illustre un mode de réalisation d'une installation mettant en oeuvre le dispositif 110. Comme exposé plus 5 haute, le dispositif 110 est raccordé à un générateur ultrasonore GUS qui alimente les trois transducteurs ultrasonores 113a, 113b et 113c.

D'autres éléments de l'installation électrique tels que par exemple une alimentation, etc..., n'ont pas été représentés sur ce schéma de la figure 5. Les autres liaisons de la figure 5, qui sont schématisées avec un double trait, représentent le circuit de circulation de liquide nettoyant. L'installation comporte une pompe PO de circulation de ce liquide, un réservoir RE de liquide, une installation de filtration FI, 15 un dispositif d'aspiration principal ASP et un dispositif d'aspiration des fuites ASF.

Le fonctionnement du dispositif de nettoyage et celui de l'exemple d'installation mettant en oeuvre ce dispositif, vont maintenant être décrits.

20 Le dispositif est tout d'abord mis en contact avec la surface 120 à nettoyer, cette dernière obturant ainsi les ouvertures 130, 132, des deux enceintes. Dès lors, un double volume de confinement est créé: le volume interne de la première enceinte 111 peut alors être rempli de liquide 25 nettoyant, une certaine étanchéité étant obtenue par le joint 131; et le volume interne de l'enceinte 112, le joint à lèvre 138 assurant l'étanchéité à la jointure entre l'enceinte 112 et la surface à nettoyer 120.

Sous l'action de la pompe PO, une circulation de liquide 30 s'établit à l'intérieur de l'enceinte 111. Ce liquide nettoyant est puisé dans le réservoir RE et refoulé vers ce réservoir par le système d'aspiration principal ASP après filtrage dans le dispositif de filtrage FI.

Les transducteurs ultrasonores 113a, 113b et 113c créent 35 sous l'action du générateur ultrasonore GUS, un champ ultrasonore dont la fréquence est, ici, d'environ 20kHz, la fréquence du générateur étant variable pour permettre de régler l'excitation des céramiques 161, 162 à la fréquence de résonance du transducteur tenu, par exemple, du milieu liquide.

Des cavités se forment et implosent au rythme de l'onde ultrasonore, celles qui implosent au voisinage de la surface à nettoyer 120 détachant alors des parcelles de dépôts salissants attachés à cette surface 120. Le liquide nettoyant pollué par ces dépôts salissants est évacué vers le dispositif de filtrage FI, réinjecté après filtrage des particules salissantes dans le dispositif de filtrage FI. Dans les cas où la surface à nettoyer 120 n'est pas particulièrement sale, il est possible, selon l'invention, de réinjecter directement dans le réservoir RE une partie du liquide pollué, cette possibilité étant illustrée par une liaison en traits pointillés entre le dispositif d'aspiration ASP et le réservoir RE.

Selon l'invention, les fuites se produisant vers l'extérieur de l'enceinte 111, malgré le dispositif d'étanchéité, ici le joint à lèvre 131, sont aspirées par le moyen d'aspiration des fuites schématisé par les conduits 140 et les flèches 141 sur les figures 3 et 4, par le dispositif ASF sur la figure 5. Grâce à cette disposition, on peut d'une part récupérer du liquide nettoyant, et d'autre part, éviter que des fuites trop importantes de liquide puissent avoir lieu à l'extérieur du dispositif 110.

Cette disposition permet ainsi de nettoyer des surfaces assez irrégulières, tels que par exemple, des carrelages, pour lesquels il est très difficile d'éviter d'avoir des fuites au moyen de joints classiques tel que le joint à lèvre 131. La majeure partie de ces fuites se trouve ainsi aspirée par le dispositif 140, 141 avant d'atteindre le second joint à lèvre 138.

Ainsi, une telle installation peut être utilisée, avec succès pour nettoyer les surfaces d'orientation verticale et présentant des irrégularités telles que par exemple, les surfaces de tunnels, de bâtiments ou encore les surfaces de piscines.

On notera à cet égard que l'implosion des cavités permet de décontaminer ces surfaces, ce qui rend le dispositif selon la présente invention, illustré aux figures 3 et 4, particulièrement intéressant pour le nettoyage de piscines nucléaires dans les centrales nucléaires.

On notera également que l'implosion des cavités permet de détruire toute forme de vie sur la surface 120, ce qui est particulièrement avantageux lors du nettoyage de sols contaminés par des organismes vivants, tel que par exemple,
5 le sol d'hôpitaux.

Bien entendu, l'invention ne se limite pas aux formes de réalisation décrites et représentées, mais englobe toutes variantes d'exécution et/ou de réalisation.

REVENDICATIONS

1- Procédé de nettoyage de surfaces du genre mettant en œuvre au moins un émetteur d'ultrasons et un volume de liquide propre à être l'objet d'une cavitation sous les effets dudit émetteur, caractérisé en ce que l'on confine ledit volume de liquide dans une enceinte (91) dans laquelle est disposé l'émetteur d'ultrasons (37) et qui présente une ouverture (89), on dirige l'ouverture de l'enceinte sur la surface à nettoyer (90).

2- Procédé de nettoyage selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on renouvelle le liquide confiné.

10 3- Procédé de nettoyage selon l'une quelconque des revendications 1, 2, caractérisé en ce que l'on déplace l'enceinte (91) sur la surface à nettoyer (90).

15 4- Procédé de nettoyage selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'on aspire une fraction au moins du liquide fuyant de l'enceinte (111).

20 5- Procédé de nettoyage selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ladite enceinte étant appelée première enceinte (111), et disposée dans une enceinte (112) dite deuxième enceinte, on aspire dans cette deuxième enceinte le liquide ayant éventuellement fuit de la première enceinte.

25 6- Dispositif de nettoyage de surfaces du genre mettant en œuvre au moins un émetteur d'ultrasons et un volume de liquide propre à être l'objet d'une cavitation sous les effets dudit émetteur, caractérisé en ce que ledit émetteur (37) est disposé dans une enceinte de confinement (91) du volume de liquide qui présente une ouverture (89) à diriger sur la surface à nettoyer.

30 7- Dispositif de nettoyage selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'enceinte (91) est raccordée à des moyens d'alimentation en liquide (26, 12, 14) propres à renouveler la présence de liquide entre l'émetteur (37) et la surface à nettoyer (90).

35 8- Dispositif de nettoyage selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que ledit émetteur comporte au moins un amplificateur acoustique (170) se présentant sous forme de "pelle".

9- Dispositif de nettoyage selon l'une des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que l'ouverture (130) comporte des moyens d'étanchéité (131) disposés sur sa périphérie.

10- Dispositif de nettoyage selon l'une quelconque des 5 revendications 5 à 9, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (140, 141) pour aspirer une fraction au moins des fuites de l'enceinte (111).

11- Dispositif de nettoyage selon l'une quelconque des revendications 5 à 10, caractérisé en ce que ladite enceinte 10 étant appelée première enceinte (111), le dispositif comporte une deuxième enceinte (112) dans laquelle la première enceinte est disposée, et des moyens d'aspiration de liquide (140, 141) propres à aspirer le liquide ayant fuit de la première enceinte dans la seconde enceinte.

15 12- Dispositif de nettoyage selon l'une quelconque des revendications 5 à 11, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (136) adaptés à faciliter son déplacement sur la surface à nettoyer (120).

13- Dispositif de nettoyage, selon l'une quelconque des 20 revendications 5 à 11, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de réglage (58) de la distance entre ledit émetteur ultrasonore (37) et la surface à nettoyer (90).

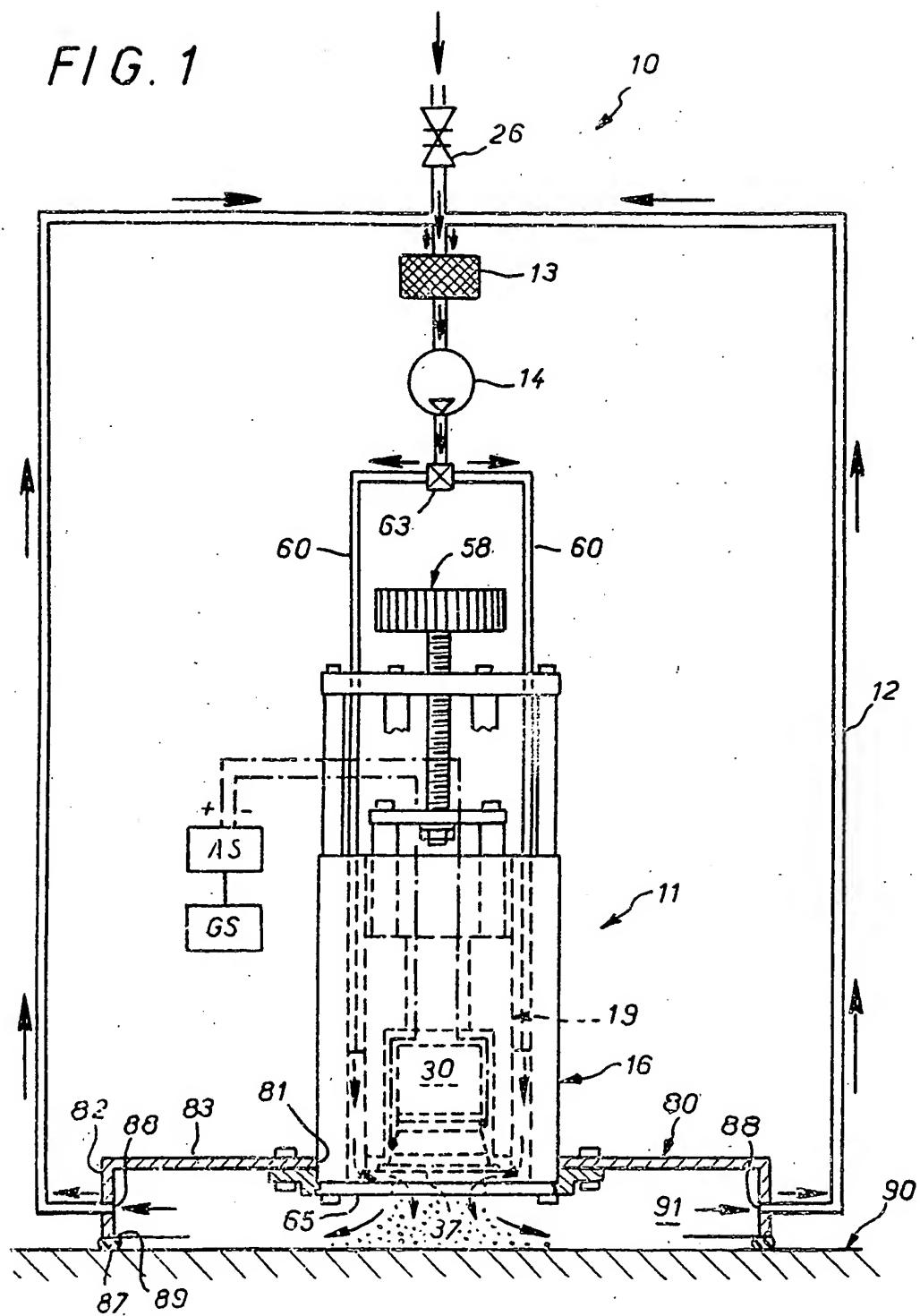
14- Installation de nettoyage de surfaces, caractérisée en ce qu'elle comporte un dispositif de nettoyage selon l'une 25 quelconque des revendications 5 à 13.

15- Installation de nettoyage selon la revendication 14, caractérisée en ce que le dispositif de nettoyage (111) est raccordé à un circuit fermé de liquide (12).

16- Installation de nettoyage selon la revendication 15, 30 caractérisée en ce que le circuit fermé de liquide comporte au moins un dispositif d'aspiration principal (ASP) de liquide et au moins un dispositif d'aspiration des fuites (ASF).

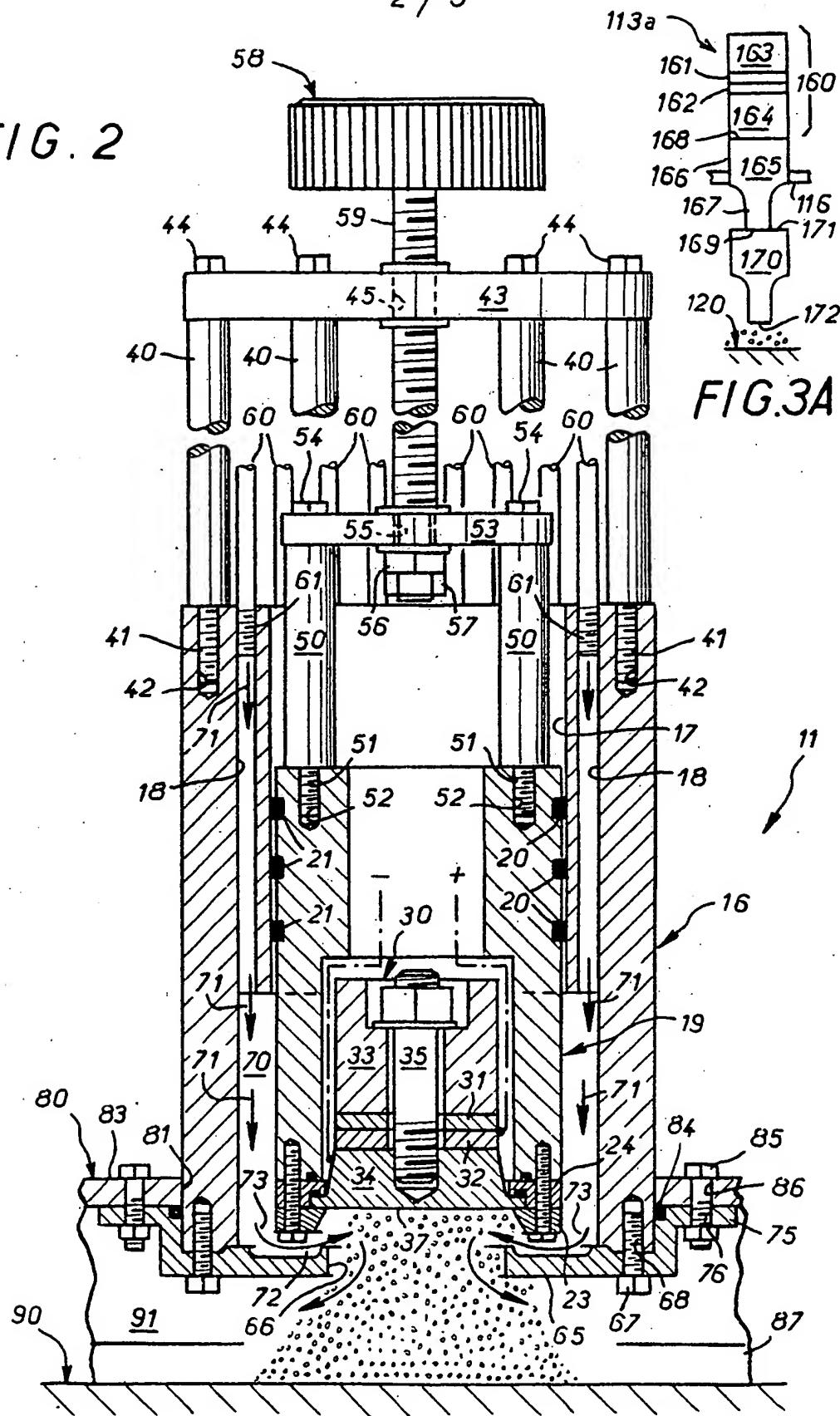
1 / 3

FIG. 1



2 / 3

FIG. 2



3 / 3

FIG. 3

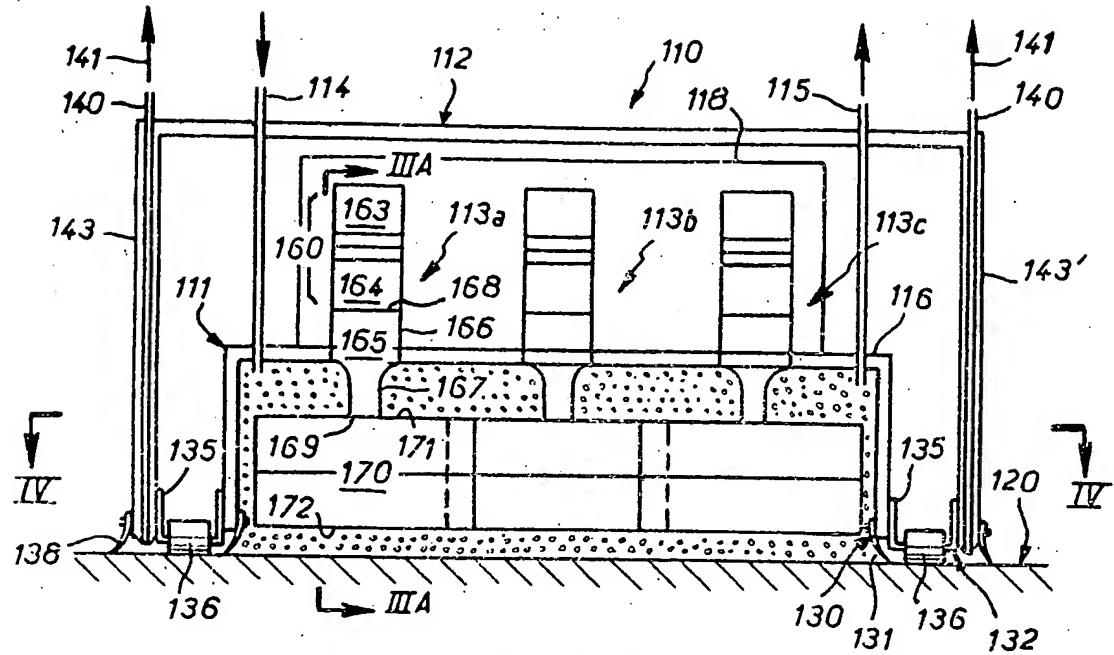


FIG. 4

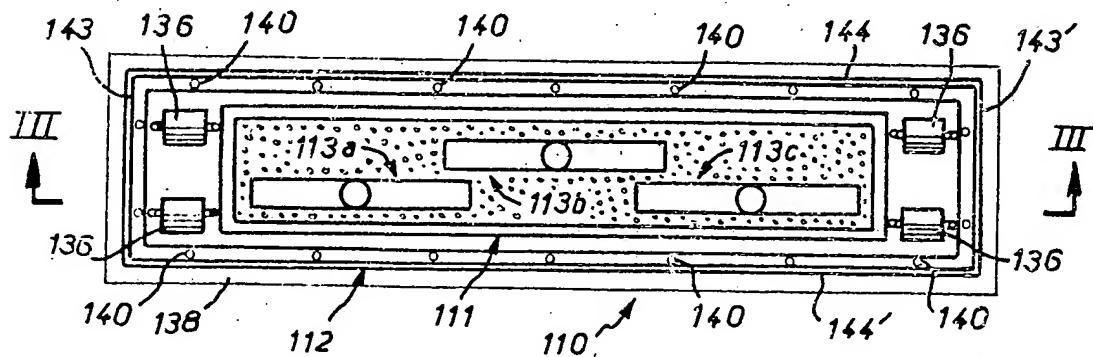


FIG. 5

